FACULTE DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1962

THÈSE

N° 228

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(DIPLOME D'ÉTAT)

PAR

Monique VIGY

Née le 8 Août 1932, à VITRY-le-FRANÇOIS (Marne)

Présentée et soutenue publiquement le

BESOINS ALIMENTAIRES DU NOURRISSON EN PROTEINES ET ACIDES AMINES

Président : Monsieur JULIEN MARIE (Professeur)

D. P. TAIB
8, Rue Casimir Delavigne
PARIS-VI
1962

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

-:-

Année 1962 N°

T H E S E

pour le

DOCTORAT EN MEDECINE
(Diplôme d'Etat)

par

Monique VIGY
Née le 8 Août 1932 à VITRY LE FRANCOIS (Marne)

-:-

Présentée et soutenue publiquement
le

-:-

BESOINS ALIMENTAIRES DU NOURRISSON EN PROTEINES ET ACIDES AMINES

-:-

Président : Monsieur JULIEN MARIE (Professeur)

-:-

D.P. TAIB
8, rue Casimir Delavigne
PARIS
1962

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. ALAJOUANINE (T), AUBIN (A), BENARD (H), BULLIARD (H), CADENAT (F), CHABROL (E), CHAMPY (C), DEBRE (R), FEY (B), GASTINEL (P), GUILLAIN (G), HALPHEN (E), HAZARD (R), HEUYER (G), LANTUEJOUL (P), LAROCHE (G), LEVY-SOLAL (E), LIAN (C), LOEPER (M), MARION (G), MATHIEU (P), MOCQUOT (P), MONDOR (H), MONOD (R), MOREAU (R), OLIVIER (E), PETIT-DUTAILLIS (D), PASTEUR VALLERY-RADOT (L), RICHET (C), SENEQUE (J), STROHL (A), TANON (L),

DOYEN : ..... Léon BINET
Membre de l'Institut

ASSESSEUR ..... Jean VERNE

I - PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	DELMAS (A)
Anatomie pathologique	DELARUE (J)
Anesthésiologie	BAUMANN (J)
Bactériologie	FASQUELLE (R)
Biochimie médicale	JAYLE (M.F.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J)
Clinique carcinologique (Necker)	REDON (H)
Clinique cardiologique (Broussais)	MOUQUIN (M)
Cliniques chirurgicales (Beaujon)	SICARD (A)
Cliniques chirurgicales (Cochin)	QUENU (J)
Cliniques chirurgicales (Hôtel-Dieu)	PATEL
Cliniques chirurgicales (Saint-Antoine)	GOSSET (J)
Cliniques chirurgicales (Salpêtrière)	MOULONGUET (P)
	CORDIER (G)
	LORTAT-JACOB
	LAURENCE
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)	FEVRE (M)
Clinique chirurgicale orthopédique et réparatrice (Cochin)	MERLE d'AUBIGNE (R)
Clinique de chirurgie cardiovasculaire (Broussais)	de GAUDART d'ALLAINES (F)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laënnec)	MATHEY (J)
Clinique endocrinologique (Pitié)	DECOURT (J)
Clinique génétique médicale (E.Mal)	LAMY (M)
Clinique Gynécologique (Broca)	FUNCK-BRENTANO (P)

		MM.
Gérontologie		BOURLIÈRE
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)		DEGOS (R)
Clinique des maladies des enfants		CATHALA (J)
Clinique des maladies infectieuses		MOLLARET (P)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)		DELAY (J)
Clinique des maladies métaboliques		HAMBURGER (J)
Clinique des maladies du sang		MARCHAL (G)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)		GARCIN (R)
Cliniques médicales	(Cochin	BROUET
	(Cochin	JUSTIN-BESANCON(L)
	(Hôtel-Dieu	BARIETY (M)
	(Broussais	SOULIE (P)
	(Pitié	DREYFUS (G)
	(St-Antoine	KOURILSKY (R)
	(Boucicaut	LENEGRE
Clinique médicale d'hydrologie thérap. et climatologie (Bichat)		DEBRAY (C)
Clinique médicale propédeutique		de GENNES (L)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)		DEROT (M)
Clinique de neuro-chirurgie		DAVID
Cliniques obstétricales	(Baudelocque	LACOMME (M)
	(Port-Royal	VARANGOT
	(Foch	MERGER
Clinique obstétricale et gynécol.		LEPAGE
Clinique ophtalmologique		RENARD (G)
Clinique oto-rhino-laryngologique		AUBRY (M)
Clinique de pathologie respiratoire		TURIAF
Clinique de pédiatrie sociale		MARIE (J)
Clinique de pneumo-phtisiologie		BERNARD (E)
Clinique psychiatrique infantile		MICHAUX (L)
Clinique de puériculture		LELONG (M)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)		COSTE (F)
Clinique stomatologique (Pitié)		DECHAUME (M)
Clinique thérapeutique médicale		LEMAIRE (A)
Clinique urologique (Cochin)		COUVELAIRE
Electrophysiologie médicale		DJOURNO (A)
Embryologie		GIROUD (A)
Histoire de la médecine et de la chirurgie		de SEZE
Histologie		VERNE (J)

	MM.
Hématologie	BILSKI-PASQUIER (G.)
	DAUSSET (J)
Histologie	COUJARD (R) pr.s.ch.
	MAROIS (M)
	RACADOT (J)
Hydrologie	CORNET (A)
Hygiène	BOYER (J) pr.s.ch.
	CORRE-HURST (Mme L)
Maladies infectieuses	BASTIN (R)
	DUPONT (V)
	DEROBERT (L) pr.s.ch.
Médecine légale	HADENGUE (A)
	FOURNIER (E)
	GUENIOT (M)
Médecine du travail	ALBAHARY (C)
Neurologie	LHERMITTE (F)
	GRANJON (A)
	HERVET (E)
	LE LORIER (G)
Obstétrique	MORIN (P)
	MUSSET (R)
	ROBEY (M)
	THOYER-ROZAT (J)
Ophtalmologie	BREGEAT (P)
	SARAUX (H)
Orthopédie	AUDET (R)
	RAMADIER (J)
Oto-rhino-laryngologie	DEBAIN (J)
Parasitologie	BRUMPT (L.C) pr.s.ch.
	CHABAUD (A)
Pathologie chirurgicale	BARCAT (J)
	BINET (J.P.)
	CAUCHOIX (J)
	CHATELIN (C.L)
	DUBOST (Ch)
	DUBOST (Cl)
	FAUREL (J)
	FLABEAU (F)
	GERMAIN (A)
	LOYGUE (J)
	MERCADIER
	PERROTIN (J)
	ROBERT (H)
	THOMERET (G)
Pathologie exotique	SCHNEIDER (J)

	MM.
Hygiène des collectivités (ch. à t.pers.)	DEPARIS
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	TURPIN (R)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (P)
Médecine du Travail	DESOILLE (H)
Médecine légale	PIEDELIEVRE (R)
Parasitologie	GALLIARD (H)
Pathologie exotique	LAVIER (G)
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.P)
Pathologie médicale	MILLIEZ
Pathologie et thép.générales	BOUDIN
Pharmacologie et matière médicale	CHEYMOL (J)
Physiologie	BINET (L)
Physiologie (ch. à t. pers.)	PARROT
Physique médicale	DOGNON (A)
Radiologie médicale	DESGREZ (H)
Technique chirurgicale	LEGER
Thérapeutique	CONTE

II - PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGREGES ET MAITRES DE CONFERENCES AGREGES

	MM.
Anatomie	CABROL (C) COUINAUD (C) OLIVIER (G) GAUTHIER-VILLARS (Melle P) pr.s.ch.
Anatomie pathologique	BUSSER (F) GOUYGOU (Ch) ORCEL (L) PAILLAS (J)
Anasthésiologie	VOURC'H (G),
Bactériologie	NEVOT (A) pr.s.ch. BARBIER (P) CHRISTOL (D) TOURNIER (P)
Biochimie médicale	DESGREZ (P) pr.s.ch. POLONOVSKI (J) m.conf. SCHAPIRA (G) pr.t.p.
Carcinologie	DENOIX (P) MATHE (G)
Dermato-syphiligraphie	DUPERRAT (B)
Electro-radiologie	LEDOUX-LEBARD (G)
Embryologie	TUCHMAN-DUPLESSIS (H)

	MM.
Pathologie expérimentale	CROSNIER (J)
	HARTMANN (L)
	LOEPER (J)
	MAURICE (J)
Pathologie expérimentale	PLAS (F)
	RICHET (G)
Pathologie médicale	AUSSANNAIRE (M)
	BOUR (H)
	BOUVIER (J)
	BOUVRAIN (Y)
	BRICAIRE (H)
	BRISSAUD (H)
	BROCARD (H)
	BUGE (A)
	CASTAIGNE (P) m.conf.
	CATINAT (J)
	CONTAMIN (F)
	COURY (C)
	FREZAL (J)
	HOUSSET (E)
	LAROCHE (Cl)
	LESOBRE (R)
	MACREZ (C)
	NICK (J)
	PEQUIGNOT (H)m.conf.
	ROYER (P)
	WOLFROMM (R)
Pédiatrie-Puériculture	JOSEPH (R)
	MANDE (R)
	MOZZICONACCI (P)
	POLONOVSKI (C)
	ROSSIER (A)
	LEVY (Melle J)pr.s.ch.
Pharmacologie	BOISSIER (J)
	LECHAT (P)
Physiologie	DEJOURS (P)
Physique médicale	GOUGEROT (L)m.conf.
Pneumo-phtisiologie	KREIS (B)
Psychiatrie	FICHOT (P)
Psychiatrie infantile	DUCHE (D)
Rhumatologie	DELBARRE (F)
Stomatologie	CERNEA (F)
	CHAPUT (Mme A)m.c.agr.
	GRELLET (M)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P)
	LAMOTTE (M)
Urologie	QUENU (L)

III - PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE A TITRE PERMANENT

	MM.
Clinique chirurg.	ABOULKER (P) AMELINE (A) HUGUIER (J) OLIVIER (C) PADOVANI (P) POILLEUX (F) ROUX (M) VERNE (J.M.) HAGUENEAU (J) pr.s.ch.
Clinique médicale	DOMART (A) PERRAULT (M) RAMBERT (P) THIEFFRY (S)

	MM.
Clinique obstétricale	GRASSET (J) MAYER (M) RAVINA (J)
Clinique ophtalmol.	DESVIGNES (P) OFFRET (G)
Clinique oto-rhino-laryng.	MADURO (R)
Clinique pédiatrique et puériculture	LAPLANE (R)
Clinique psychiatrique	BARUK (H)
Clinique urologique	KUSS (R)

IV - PROFESSEURS DETACHES DANS LES UNIVERSITES ETRANGERES

Bactériologie ..... MM. HAUDUROY (P) pr.s.ch.
Biochimie médicale ..... ETTORI (J) pr.à t.pers.
Pathologie chirurgicale ..... RUDLER (J) pr.s.ch.

Secrétaire général de la Faculté ..... M. LENA (J)
Secrétaires ..... Mme BEURLAND (H)
Melle CHAINTREUIL (G)
Melle HURE (A)
Conservateur, chargé de la direction de la bibliothèque ..... M. le Dr. HAHN (A)
Conservateurs Melles DUMAITRE (P), GOICHON (A.M)
Bibliothécaires Mme CONTET (J), Melles LAURENT (H), LE NOIR (G), QUIEVREUX (E)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A notre Président de Thèse,

Monsieur le Professeur JULIEN-MARIE,

Professeur de Pédiatrie Sociale à la
Faculté de Médecine de Paris,
Chevalier de la Légion d'Honneur,

Qui nous a fait le grand
honneur d'accepter
la présidence de cet-
te thèse.

En hommage de respectueu-
se reconnaissance.

BESOINS ALIMENTAIRES DU NOURRISSON EN PROTEINES ET ACIDES AMINES

-:-

INTRODUCTION

-:-

La ration alimentaire du nourrisson doit fournir les quantités de protides, de glucides, de lipides, de matières minérales, de vitamines et d'eau nécessaires à la croissance de l'enfant. Bien qu'empiriquement un certain nombre de régimes artificiels assurant le développement satisfaisant des enfants aient été mis au point, le souci des diététiciens reste de definir expérimentalement le regime ideal du nourrisson.

Dans ce but on s'est attaché à déterminer la quantité minimum de chacun des constituants de la ration alimentaire indispensable pour que la croissance s'effectue normalement. On recherche également la quantité maximum tolerée par les enfants. Diverses applications pratiques peuvent découler des résultats de ces travaux.

La connaissance des minimums indispensables permet d'eviter les carences, et surtout dans certaines régions où le lait fait défaut, permettra peut-être de suppléer à l'insuffisance du régime lacté par adjonction de constituants alimentaires provenant d'autres sources. C'est ainsi que les protides de la farine de soja sont parfaitement assimilables par le nouveau-né lorsqu'ils sont préparés et donnés d'une maniere adéquate.

Au contraire, dans d'autres pays dont l'économie est florissante, on peut craindre que des régimes pléthoriques créent des surcharges éventuellement nuisibles, et la connaissance des apports maxima tolérables évitera de telles surcharges.

Bien que les régimes empiriques semblent satisfaisants, la détermination exacte des besoins alimentaires du nourrisson doit permettre de leur apporter des améliorations. Par exemple, les troubles nutritionnels, parfois profonds, bien que cliniquement peu apparents, provoqués par les infections banales pourraient être moins importants si l'apport alimentaire était mieux adapté. A plus long terme, il est loisible d'espérer qu'un progrès dans la diététique des premiers mois de la vie sera susceptible d'entraîner une plus grande vitalité et une diminution de la morbidité de la population adulte.

Les problèmes soulevés par la ration alimentaire du nourrisson sont donc multiples. Nous nous contenterons au cours de ce travail de rapporter les résultats des expériences tendant à déterminer les besoins alimentaires en protéines et acides aminés dans les mois suivant la naissance.

- Dans un premier chapitre nous rappellerons les notions sur les compositions respectives en protéines et amino-acides du lait de femme et du lait de vache.

- Ensuite nous analyserons des travaux dont le but a été de déterminer les besoins en protéines et acides aminés du nourrisson né à terme.

- Enfin nous exposerons les résultats d'études sur les besoins en protéines du prématuré.

-:-

ETUDE DE LA TENEUR EN PROTEINES ET ACIDES AMINES DU LAIT DE FEMME ET DU LAIT DE VACHE

-:-

Il est admis depuis longtemps que les deux principaux laits utilisés pour l'alimentation des nourrissons presentent d'importantes différences de constitution. Les premières études ont montré que leurs teneurs en eau et graisses étaient sensiblement équivalentes, mais que le lait humain contenait plus de lactose et moins de protéines que le lait de vaches (Tableau I).

Composition globale des laits
(en grammes/100 cm^3)

	Lait humain	Lait de vache
eau	87,6	87,3
lactose	7	4,8
graisses	3,8	3,7
protéines	1,2	3,3
cendres	0,21	0,72

Tableau I

La valeur calorique globale de ces laits est identique : 70 calories pour 100 cm^3 de lait humain, 72 pour 100 cm^3 de lait de vache. Mais dans le lait humain le lactose fournit 40 p.cent de l'énergie calorique et les protides 10 p.cent, alors que dans le lait de vache le lactose et les protides fournissent chacun 26 p.cent des calories (Tableau II).

Origine des calories fournies par le lait (en pourcentage pour chaque constituant)

	Lait humain	Lait de vache
graisses	50 %	48 %
lactose	40 %	26 %
protides	10 %	26 %

Tableau II

Ces quelques chiffres laissent espérer que le lait de vache, après dilution avec de l'eau et adjonction de sucre, pourrait devenir un aliment semblable au lait de femme. Mais l'analyse des constituants des fractions minérales, lipidiques et surtout azotées de ces deux laits montre que ce remaniement ne peut pas abolir d'importantes différences qualitatives.

Avant d'aborder les études ayant porté sur les matières azotées, la teneur en composés minéraux et acides gras de ces deux laits est résumée pour mémoire dans le tableau III.

Teneur en principaux acides gras des lipides du lait (en grammes / 100 g de lipides) (MACY, I.G. et Coll.)

	Lait humain	Lait de vache
Saturés C_4 à C_{10}	2,5	7,9
C_{12} à C_{20}	45,7	53,4
Non saturés C_{10} à C_{18}	40,1	36,8

Principaux constituants minéraux du lait (en milligrammes/100 cm^3 de lait)

	Lait humain	Lait de vache
Calcium	33	125
Phosphore	15	96
	$\frac{Ca}{P} = 2,2$	$\frac{Ca}{P} = 1,3$
Magnésium	4	12
Soufre	14	30
Fer	0,15	0,10
Cuivre	0,04	0,03

Tableau III

En ce qui concerne les substances azotées du lait, nous allons envisager successivement l'azote non protéique, les protéines et les acides aminés.

I°- Azote non protéique : tableau IV

Distribution de l'azote dans le lait
(en milligrammes/100 cm^3)
(MACY, I.G. et Coll.)

		Lait humain	Lait de vache
Azote protéique		188 (=83 %)	518 (=94 %)
Azote non protéique		39 (=17 %)	32 (= 6 %)
composants non protéiques	créatine	3,3	3,1
	créatinine	2,2	0,9
	urée	32,2	15,1
	acide urique	4,6	1,9

Tableau IV

Par rapport à l'azote total, la proportion d'azote non protéique est beaucoup plus élevée dans le lait de femme que dans le lait de vache. Cette différence est due essentiellement au taux d'urée eleve du lait de femme.

2°- Protéines : Tableau V

Composition en protéines du lait
(en grammes/100 cm^3)
(MACY I.G. et Coll.)

	Lait humain	Lait de vache
Caséine	0,4 (33 %)+	2,8 (85 %) *
Lactalbumine	0,3 (25 %)	0,4 (12 %)
Lactoglobuline	0,2 (17 %)	0,2 (6 %)
Petit lait	0,6 (50 %)	0,6 (18 %)

+ % des protides totaux (1,2 g pour le lait de femme, et 3,3 g pour le lait de vache.

Tableau V

La différence quantitative essentielle porte sur la caséine. Mais il existe en outre des différences qualitatives entre les protéines humaines et bovines énumérées dans le tableau ci-dessus. Les auteurs scandinaves (MELLANDER O. et Coll.) ont trouvé des différences significatives entre le taux de digestion des protéines des laits de femme et de vache, et ont obtenu des produits de digestion differents. Cependant on a trouvé que la valeur nutritive de ces protéines lactées humaines et bovines était égale pour le Rat (TOMARELLI et Coll.). Il apparaît donc difficile de tirer des applications diététiques de ces expériences d'hydrolyse enzymatique "in vitro".

3°- Acides aminés : tableaux VI et VII

Le lait de femme contient 23 mg de tryptophane pour 100 cm^3 et le lait de vache 49 mg. Les autres acides aminés essentiels sont évalués en valeur absolue ou en valeur relative par le rapport

$$\frac{\text{acide aminé}}{\text{tryptophane}}$$

rapport qui donne une meilleure base de comparaison entre les deux laits (Tableau VI)

Composition des laits en acides aminés indispensables, évaluée en valeur relative par le rapport $\frac{\text{acide aminé}}{\text{tryptophane}}$ (WILLIAMS H.H.)

	Lait humain	Lait de vache
Isoleucine	3,3	4,6
Leucine	5,4	7
Lysine	3,9	5,6
Phénylalanine	2,6	3,6
Thréonine	2,7	3,3
Valine	3,7	4,9
Arginine	2,4	2,6
Histidine	1,3	1,9
Méthionine	1,2	1,8

Tableau VI

Les acides aminés souffrés, méthionine et cystine, sont deux fois plus abondants dans le lait de vache que dans le lait de

femme (Tableau VII). La différence porte essentiellement sur la méthionine, mais d'après un travail de ROSE, il semble que la cystine puisse économiser une quantité importante de méthionine. Le rapport acides aminés soufrés / tryptophane est égal dans les deux laits : 2,4

Acides aminés soufrés du lait
(en milligrammes/100 g de lait)
(WILLIAMS H.H.)

	Lait humain	Lait de vache
Méthionine	28	86
Cystine	27	31
Ac.Amines souf. / tryptophane	2,4	2,4

Tableau VII

Dans les deux laits, le rapport acides aminés non indispensables/acides aminés indispensables est de 1,3. On admet que ces acides aminés non essentiels constituent une source d'azote suffisante pour permettre les synthèses protéiques que les systèmes enzymatiques de l'organisme du nourrisson sont capables d'assumer. Il faut noter que le nourrisson peut également utiliser dans ce but l'azote non protéique.

Ces études sur la composition chimique des laits prouvent donc que d'importantes différences quantitatives et qualitatives

existent entre les constituants lactés. Mais il ne faut pas oublier qu'à côté de ces constitutions dissemblables en éléments plastiques et énergétiques, les laits de femme et de vache contiennent des doses différentes de vitamines et de facteur de croissance pour lacto-bacillus bifidus, germe saprophyte du tube digestif qui semble favoriser l'état nutritionnel. Si, en outre on considère que l'enfant sevré de lait maternel est privé sans doute des defenses immunologiques transférées par ce lait, il faut admettre que le nourrisson humain allaité artificiellement fait preuve d'un réel pouvoir d'adaptation.

-:-

BESOINS EN PROTIDES ET ACIDES AMINES DU NOURRISSON NE A TERME

-:-

La quantité optimum des protides de la ration alimentaire du nourrisson né à terme n'a pu encore être établie avec précision. Les auteurs qui se sont intéressés à ce problème se sont heurtés à de nombreuses difficultés, et il est impossible de dégager des notions quantitatives qui résultent de leurs études, réalisées dans des conditions particulières, des règles impératives régissant la diététique infantile.

I) Etat nutritionnel du nouveau-né à terme

On entend par nouveau-né à terme un enfant dont la naissance a eu lieu dans les délais prévus et dont le poids dépasse 2,500 kg. Les nouveau-nés satisfaisant ces critères constituent une population fort hétérogène. Il peut exister entre eux des différences importantes en ce qui concerne leur état nutritionnel au moment de leur naissance. Cet état nutritionnel à la naissance dépend de l'état nutritionnel de la mère pendant la grossesse et de la qualité fonctionnelle du placenta.

Si parfois il est possible de soupçonner un état nutritionnel déficient chez un nouveau-né apparemment normal d'après la pathologie maternelle ou l'existence de lé-

sions placentaires, le plus souvent il n'existe aucun signe permettant de dépister une telle déficience qui gênera la croissance ultérieure de l'enfant.

2) Notions sur la valeur alimentaire des protides

Les protides alimentaires doivent fournir à l'organisme l'azote nécessaire à la synthèse de ses propres constituants protéiques spécifiques. Leur valeur peut donc être évaluée en premier lieu par la quantité d'azote qu'ils contiennent, mais à quantité d'azote égale, les diverses protéines n'ont pas la même valeur biologique. D'une façon très schématique, rappelons que l'organisme synthétise ses protéines en formant des chaînes plus ou moins complexes d'acides aminés, puis en unissant ces chaînes, appelées polypeptides, entre elles. La synthèse des acides aminés constitue la première étape de l'anabolisme protidique.

Or l'espèce humaine est incapable de synthétiser à partir d'azote, d'hydrogène et d'oxygène certains acides aminés rentrant dans la constitution des chaînes polypeptidiques. La ration alimentaire doit obligatoirement apporter à l'organisme ces acides aminés, appelés acides aminés indispensables. L'apport protidique peut donc être évalué en fonction de la quantité d'acides aminés indispensables qu'il fournit.

De plus la valeur nutritive de deux protéines contenant la même quantite d'azote et la même quantité d'acides aminés indispensables peut être très différente du fait de leur digestibilité différente. Par exemple, c'est une notion tres classique que

la caséine du lait de vache est difficilement attaquée par la pepsine du fait de sa coagulation en grumeaux ; mieux encore, chacun sait que le nouveau-né est incapable de digérer les protides carnés.

Enfin, la valeur de la ration protidique ne peut être appréciée sans tenir compte des autres constituants du régime. Le métabolisme protidique est influencé par la valeur calorique totale de la ration alimentaire, par sa teneur en vitamines et en substances minérales. Le type d'hydrates de carbone, la quantité et la qualité des lipides ingérés peuvent aussi modifier la manière dont l'organisme utilise les protéines qui lui sont fournies. Il faut donc apprécier les besoins en protides dans le cadre d'un régime apportant les autres éléments nutritifs de façon satisfaisante.

3) Tests utilisés pour apprécier la nutrition protéique

Si l'on considère que l'allaitement maternel constitue le régime le mieux adapté au nouveau-né, l'allaitement artificiel idéal sera celui qui procurera aux enfants qui en bénéficient un rythme de développement au moins égal à celui des nourrissons mis au sein. Mais il n'existe pas actuellement de tests permettant d'évaluer d'une façon totalement satisfaisante l'état de nutrition protidique des enfants.

a - Développement staturo-pondéral

C'est surtout la croissance staturale qui rend compte de l'état nutritionnel protidique, car cette croissance dépend beaucoup moins que la croissance pondérale du metabolisme lipidique et de la rétention hydri-

que. Les enfants nourris au lait de femme grandissent légèrement plus rapidement pendant les premiers mois de la vie que ceux recevant du lait de vache (PAIVA). Mais à partir du 6e mois la taille de ces derniers s'accroît plus rapidement. Ces différences sont très minimes et en fait des groupes d'enfants mis à des régimes très différents ont eu un développement statural pratiquement identique. Ce fait amène à conclure que le potentiel de croissance en taille des nouveaunés est difficile à modifier par le régime et qu'il ne varie que pour des carences importantes (WOODRUFF).

b - Rétention azotée

Les notions les plus intéressantes ont été apportées par l'étude du bilan azoté, obtenu en calculant la quantité d'azote contenue dans les ingesta et celle éliminée par les excréta. Cependant ce test ne permet pas de connaître l'utilisation et la localisation de l'azote retenu par l'organisme. FOMON et MAY ont calculé que le gain d'azote pendant les 45 premiers jours de la vie, chez des enfants nourris avec du lait humain pasteurisé était de 180 mg/kilo de poids du corps/jour pour une ration de 218 cm3 de lait humain/kilo/jour. Ce regime fournissait 147 calories/kilo/jour et 383 mg d'azote/kilo/jour, ce qui correspond à 2,4 g de protides.

Entre 4,5 et 6 mois d'âge, le gain azote fut de 47 mg/kilo/jour, pour un régime, toujours constitué par du lait humain, apportant 94 calories/kilo/jour et 240 mg d'azote/kilo/jour, c'est-à-dire 1,5 g de protides.

Le developpement staturo-pondéral et l'état

général de ces enfants furent entièrement satisfaisants et le rapport gain de poids/ gain azote fut constamment pendant ces six premiers mois de leur vie de 42.

On a remarqué que des enfants nourris au lait de vache et recevant d'importantes quantités de protéines fixent beaucoup plus d'azote que les enfants recevant du lait de femme, mais que leur développement staturo-pondéral est très peu accéléré. Il n'existe aucun argument permettant de savoir si cette rétention azotée disproportionnée est bénéfique ou nuisible. Selon FOMON et MAY, il est raisonnable de s'en tenir jusqu'à plus ample information à des régimes artificiels procurant des taux de croissance et de rétention azotée sensiblement egaux à ceux de nourrissons élevés au lait de femme, et d'éviter les régimes entraînant une rétention azotée trop élevée. Ces auteurs ont pu mettre au point un régime non lacté, à base de farine de soja, qui provoqua entre les 4e et 6e mois de la vie un développement staturo-pondéral et un gain azote semblables à celui d'enfants nourris au lait humain. Le taux de protéines de ce régime était de 1,7 g/kilo/jour et provenait exclusivement de soja.

L'étude simultanée du développement staturo-pondéral et de la rétention azotée constitue pour l'instant le meilleur moyen d'évaluer l'adaptation du régime et la nutrition protéique. Un développement staturo-pondéral subnormal et un gain en azote insuffisant indiquent avec certitude que la ration protéique est trop faible.

Une rétention azotée et un taux de croissance égaux à ceux d'enfants nourris au sein

font admettre que l'apport protéique est suffisant. Mais on ignore si les gains azotés exagérés des enfants nourris avec un régime très riche en protéines peuvent entraîner des manifestations morbides, ces enfants restant en excellent état général. Lorsqu'à la suite d'une faute diététique grossière, des enfants ingèrent des laits secs insuffisamment dilués, ils semblent tolérer ce régime assez longtemps avant de présenter des manifestations pathologiques : sudamina, fièvre du lait sec. Selon PRATT, la tolérance à l'apport protidique dépend du métabolisme hydrique et du pouvoir d'excrétion rénal. Mais aucune étude quantitative n'a été encore entreprise pour déterminer les quantités maxima de protéine alimentaire que les enfants peuvent tolérer.

c - Protides sanguins - Développement des masses musculaires et créatinine urinaire

Le taux des protides sanguins, et plus particulièrement celui de l'albumine, s'effondre en cas de carence protidique. Mais cette diminution de protides sanguins ne survient que lorsque l'état de dénutrition est très avancé et ce test est trop peu sensible pour permettre d'étudier l'eutrophie d'un nourrisson.

Des études sont en cours pour déterminer dans quelle mesure le dosage de la créatinine urinaire peut permettre d'apprécier l'état de nutrition protéique.

En effet, l'élimination de créatinine est fonction de l'importance de la masse musculaire et une grande partie de l'anabolisme protéique est utilisé pour la croissance musculaire. La mise au point de ce test permettrait d'analyser la répartition

d'une partie de l'azote qui est retenu par l'organisme de ces enfants (STANDARD et coll.)

En conclusion, les régimes artificiels employés actuellement apportent de 2,5 g à 3,5 g de protides/kilo/jour, cet apport assurant un développement staturo-ponderal satisfaisant. Le gain azote est très élevé pour les régimes les plus riches, et bien qu'il ne s'accompagne pas de manifestations morbides, on suppose qu'il est préférable d'éviter une rétention azotée exagérée, sans que cette opinion soit étayée par des faits experimentaux. Comme toutes les observations ont porté sur des sujets mis à un régime qui était espéré eutrophique, les taux minimum et maximum de protides au-delà desquels apparaissent des troubles pathologiques n'ont pas été déterminés. On comprend d'ailleurs que les médecins qui se sont penches sur ces problèmes de nutrition protidique n'aient pas voulu risquer de déclencher des malnutritions graves par des carences protidiques globales ou des apports excessifs. Mais grâce à l'étude des variations du bilan azote, il a été possible de déterminer avec beaucoup plus de précision, et sans danger, les doses minima en acides aminés indispensables exigées par les nourrissons.

4) Amino-acides indispensables

Les besoins en acides aminés du nourrisson ont été étudiés au moyen d'un régime synthétique dans lequel l'azote était fourni uniquement par un mélange connu d'acides aminés, la quantité de chacun d'entre eux pouvant être modifiée à volonté. L'arrêt de la croissance pondérale et la diminution du gain azoté ont été consideres comme etant les signes révéla-

teurs d'une carence.

Les résultats de ces recherches sont exposés dans le tableau I (ALBANESE et ses collaborateurs, PRATT et coll., HOLT, SNYDERMAN et leurs collaborateurs). En regard du besoin minimum pour chaque acide aminé indispensable, exprimé en mg/kg de poids/jour, figurent les quantités fournies par le lait humain à une ration de 155 ml/kg.poids/jour, par un régime au lait de vache apportant 2 g de protéines/kg/jour (MACY et coll.) et par la préparation de soja étudiée par FOMON et MAY.

	Besoin minimum (en mg/kg/jour)	Lait humain (155 cm^3/kg/jour)	Lait de vache (q.s. pour 2 g de protides/kilo/jour)	Soja
Histidine	34	32	45	33 - 57
Isoleucine	119	123	128	67 - 117
Leucine	150	230	216	91 - 159
Lysine	103	112	156	73 - 127
Méthionine (en présence de systine)	45	73	52	31 - 55
Phénylalanine	90	92	104	65 - 115
Thréonine	87	89	92	51 - 89
Tryptophane	22	31	30	11 - 20
Valine	105	128	138	67 - 117

Ces résultats appellent plusieurs remarques:

a) Les acides aminés indispensables sont les mêmes pour le nourrisson et l'adulte, bien que les taux exigés par les enfants soient plus élevés, à deux exceptions près.

L'arginine, qui semble indispensable pour l'adulte, ne l'est pas pour l'enfant (SNYDERMAN et coll.). Au contraire l'histidine, qui ne compte pas parmi les amino-acides essentiels de l'adulte, est nécessaire au nourrisson. Un régime carencé en histidine entraîne un arrêt de la croissance pondérale, une baisse de la rétention azotée et une dermatose eczématiforme non prurigineuse. Ces troubles disparaissent lorsque l'histidine est ajoutée au régime carencé. Le besoin en histidine paraît être limité aux premiers mois de la vie (SNYDERMAN et coll.)

b) Les quantités minima nécessaires d'acides aminés indispensables ne constituent pas des valeurs absolues, et sont fonction de l'équilibre existant entre les acides aminés de la ration.

L'introduction en excès d'un acide aminé indispensable dans une ration jusqu'ici satisfaisante peut entraîner une carence en un autre amino-acide. Ainsi chez le Rat, l'adjonction de leucine en excès provoque l'apparition d'une carence en isoleucine corrigeable par un apport augmenté de cet amino-acide. Toujours chez le Rat, un excès de lysine entraîne une carence protéique qui ne peut être améliorée que par l'augmentation de tous les autres acides aminés (ELVESNEM et HARPER).

Enfin, la carence en un acide aminé provoque des perturbations de l'utilisation d'autres acides aminés indispensables. Une carence en isoleucine chez le nourrisson provoque à la fois la disparition de l'isoleucine dans le sérum sanguin et une diminution du taux de tyrosine (HOLT et SNYDERMAN).

Le rapport azote non essentiel/azote des acides aminés essentiel dans le régime de base de ces expériences était à peu près semblable à celui existant dans le lait de femme et de vache.

Des variations de ce rapport devraient sans doute entraîner des variations du besoin minimum (HOLT et SNYDERMAN).

Ces études sur les besoins minimums du nourrisson en acides amines indispensables ont donc fourni des résultats assez précis. Mais de telles recherches n'ont pas été entreprises chez le prématuré, sans doute en raison de sa fragilité. Seules des observations sur ses besoins protidiques totaux ont été collectées, besoins qui sont différents de ceux du nouveau-né à terme.

-:-

BESOINS EN PROTIDES DU PREMATURE

-:-

On pensait autrefois que le prématuré devait recevoir des rations élevées lui permettant de rattraper son retard pondéral, en même temps que placé en couveuse, il était protégé contre les déperditions caloriques par rayonnement. Ainsi pouvait-il utiliser en totalité les calories alimentaires ingérées.

Des études physiologiques et biochimiques ont montré qu'en réalité, tout apport alimentaire entraîne un effort métabolique qui, s'il est disproportionné avec les moyens dont l'organisme dispose, risque d'être très nocif. On est ainsi arrivé à établir, pour le prématuré, un régime très modéré en calories. Dans ces conditions, on se trouve devant des problemes différents de ceux de l'alimentation du nouveau-né à terme.

Le prématuré est handicapé par ses difficultés habituelles de téter et de déglutir ; il est ensuite très menacé par l'infection. Il s'agit de réaliser pour lui une alimentation artificielle adaptée à ses besoins, mais aussi à ses possibilités d'utilisation. Lait de femme et lait de vache modifié sont utilisés comme source de protéines.

Dès sa naissance, le prématuré doit être à même de se développer et de s'adapter. La

ration de protides qu'il va recevoir doit lui permettre un rythme et une ampleur de croissance staturale et pondérale analogues à ceux qu'il aurait eus s'il etait demeuré in utero jusqu'au terme normal. On a donc cherché à établir les effets de l'ingestion de protides sur le développement du prématuré en étudiant la courbe pondérale et la rétention azotée.

I°- Etude de la courbe pondérale

On a déterminé la courbe de gain pondéral d'enfants prématures soumis à une ration calorique constante, mais comportant des quantités variables de protides. GORDON a réalisé ces recherches sur trois groupes différents d'enfants recevant les uns du lait de femme, les autres un mélange d'hydrates de carbone et de lait concentré, les derniers un lait de vache partiellement écrémé et en poudre, additionné de glucides et d'eau.

Le régime a été fixé à 120 calories par kg de poids du corps. Il a pu être considéré comme pauvre en protéines dans le cas de lait de femme, et comme riche en protéines dans le cas de lait de vache. Les prématures alimentés au lait de femme ont ainsi reçu 2,2 g de protéines par kg de poids du corps, soit 7 p.cent du total des calories. Les prématurés alimentés au lait concentré recevaient 4,8 g de protéines par kg, soit 16 p.cent des calories totales. L'apport calorique a été rendu égal pour les deux régimes par modification de la proportion des graisses.

Du 7e au 28e jour de la vie, les petits prématurés avec un poids de naissance inférieur en moyenne à 1,600 kg, et qui ont reçu le mélange à base de lait de vache ont eu une

augmentation de poids plus importante que ceux mis au lait de femme. Les différences varièrent de 1 à 5 p.cent. Pour les enfants plus gros à la naissance, la différence s'est faite dans le même sens, mais elle a été insignifiante. Avec le lait partiellement écrémé les résultats pondéraux sont inutilisables du fait de l'adjonction de quantités variables de lipides d'un cas à l'autre.

KAGAN de son côté a compare les courbes pondérales de prematurés soumis à un régime de 82 calories par kg de poids du corps. Deux groupes d'enfants ont reçu du lait de femme écrémé mais avec ou sans adjonction de caseinate de calcium. Un troisième groupe a reçu du lait de vache préparé avec la même protéine, de la graisse, des glucides. Un quatrième groupe enfin a reçu un mélange de lait de vache partiellement écrémé, additionné de glucides et de chlorure de sodium. Tous les gains de poids ont été tres inferieurs à la courbe pondérale in utero entre la 28e et la 36e semaine de la grossesse. La faiblesse calorique de ces régimes explique sans doute et la lenteur du gain pondéral et l'absence de différences entre les enfants recevant des quantités basses ou élevées de protides. A cette ration calorique limite, l'utilisation des protides à des fins énergétiques peut avoir diminué la différence à laquelle on pouvait s'attendre devant la valeur particulière des protides dans la synthèse des tissus. Chez les trois groupes d'enfants soumis à des régimes pauvres en protides, la courbe pondérale la plus forte a été celle des nourrissons recevant une préparation à base de lait de vache. Et comme cette formule contient environ deux fois plus de cendres que le lait de femme, KAGAN émet l'hypothèse que les nourrissons recevant le lait de vache à forte proportion de protides prennent plus de

poids surtout à cause de la rétention d'eau résultant de l'ingestion de quantités accrues de cendres, plutôt qu'à cause d'une augmentation de la synthèse tissulaire par élévation de l'ingestion de protides.

GORDON a recueilli les courbes pondérales hebdomadaires de prématurés traités dans quatre hôpitaux différents, et nourris par des mélanges à base de lait de vache. Tous ces enfants avaient un poids de naissance entre 1000 et 2000 g. Le régime apportait entre 115 et 120 calories par kg de poids du corps et par jour dans trois des quatre groupes, et les protides fournissaient de 14 à 20 p. cent de ces calories. Le rythme de croissance pondérale de ces enfants a été approximativement celui qui aurait lieu pendant la vie intra-utérine lors des dernières semaines dont le prématuré a été privé. Mais ces courbes n'indiquent pas les différences selon que les rations de protéines ont été faibles ou élevées. Par contre, elles indiquent que les enfants se sont bien développés, en bon état de santé. Ce qui amène GORDON à douter du bien fondé de la notion récemment répandue selon laquelle l'ingestion de petites quantités de lait de vache est nocive pour les prématurés. L'hypothèse qu'une rétention d'eau chez les prématurés nourris au lait de vache rendrait compte de leur augmentation pondérale a surtout été soulevée par KAGAN. Elle a été rejetée par plusieurs auteurs. GORDON, qui a calculé les rétentions d'eau par rapport au gain pondéral, les a trouvées identiques chez les prématurés qu'ils aient été nourris au lait de femme ou aux mélanges à base de lait de vache. Ces conclusions ont été également celles de WALLACE, WEIL et TAYLOR, pour qui le poids augmente plus rapidement avec un régime ri-

che en protéines et en électrolytes, les calories étant alors utilisés avec plus d'efficacité.

Enfin, LEVIN constate que les prématurés alimentés par un lait sec demi-écrémé prennent plus rapidement du poids que ceux nourris au lait de femme. Lorsqu'on ajoute du chlorure de sodium au lait de femme pour atteindre le taux présent dans le mélange à base de lait de vache, le poids augmente de 11 p.cent en une semaine, alors que cette augmentation est de 35 p.cent avec le lait de vache et le même taux de chlorure de sodium, mais une teneur plus élevée en protides et plus faible en graisse.

2°- Etude de la rétention azotée

Elle a été calculée pour le foetus au cours des trois derniers mois (lunaires) de la gestation comme étant de 306 mg, 291 mg, et 177 mg par kg de poids moyen du corps et par jour. L'observation de 14 nourrissons prématurés recevant entre 6 et 10 p.cent des calories sous forme de protéines a montré que la rétention azotée était en moyenne de 229 mg par kg et par jour. Si les protides fournissent entre 13 et 20 p.cent des calories, la rétention azotée est en moyenne de 315 mg/kg par jour.

Il semble donc qu'une ration moyenne de 4 à 6 g de protides par kg doit être suffisante au cours du huitième mois et très généreuse pour le neuvième mois lunaire, plus encore pour le dixième.

3°- Influence de l'apport protidique sur l'adaptation au milieu extérieur

L'adaptation au milieu extérieur permet

également de juger si l'apport alimentaire est convenable. GORDON a dressé la liste des principaux risques courus par le prématuré et de l'influence du régime protidique sur l'apparition de ces troubles.

- Anémie : la tendance à l'anemie du prématuré n'est pas influencée par un régime riche en protides.

- Scorbut : le taux d'ascorbémie diminue chez le prématuré mis au lait de vache, du fait de sa richesse en acides aminés qui réclament de l'acide ascorbique pour leur métabolisme.

- Rachitisme : il semble que le lait de vache diminue la tendance de ces enfants au rachitisme, grâce à sa richesse en phosphore et en calcium.

- Equilibre hydrique : plusieurs auteurs ont avancé que la teneur élevée en électrolytes du lait de vache pouvait entraîner un travail d'excrétion trop important pour le rein du prématuré. GORDON a essayé de tester cette hypothèse en fournissant à des prématurés un apport énergétique de 120 calories dans lesquelles les protides fournissaient toujours 20 p.cent, mais dans un plus grand volume d'eau. Mais il a dû rapidement abandonner cette étude, en raison des dangers provoques par d'importantes régurgitations.

- Défense contre l'infection : les prématurés sont très sensibles aux infections mais il est difficile de déterminer si des variations en apport protidique modifient cette sensibilité. Des régimes apportant respectivement 3,3 g et 5 g de protides par kg et

par jour n'ont pas changé la production d'antitoxines diphtériques chez les prématurés. Aucune différence n'a été relevée non plus dans le taux des globulines sériques selon la richesse en apport protidique.

L'influence du régime protidique sur la phagocytose et le fonctionnement surrénalien n'a fait l'objet d'aucune étude.

GORDON considère comme un gros avantage du régime protidique le fait qu'avec un apport de 16 à 20 p.cent des calories sous cette forme protéinique, l'hospitalisation des prématurés est considérablement abrégée, du fait d'une meilleure utilisation de l'alimentation. Il conclut à l'utilite de cette proportion de 16 à 20 p.cent de calories par protides, préférable à la proportion égale ou inférieure à 10 p.cent, en particulier chez les petits prématurés. Pour les prématurés plus gros, cette proportion est moins importante. Il est hors de doute que le prématuré doit être alimenté avec le minimum de nourriture encore capable de lui assurer une courbe pondérale satisfaisante. Avec les mélanges à base de lait de vache, 100 à 120 calories par kg de poids du corps et par jour, et 4 à 6 grammes de protides (soit 16 à 20 p.cent des calories totales) on arrive à reproduire chez le prématuré la courbe pondérale qu'il aurait eu lors de la vie intra-utérine correspondant à la même période : ce qui représente exactement le but du traitement du prématuré.

-:-

CONCLUSIONS

-:-

I - La première étape de la détermination expérimentale des besoins alimentaires dans les mois suivant la naissance consiste à établir les quantités minimum nécessaires à la croissance du nourrisson et les quantités maximum tolerées.

On peut espérer qu'une meilleure connaissance des besoins alimentaires permettra une prophylaxie efficace des carences apparaissant dans les pays où les quantités de lait disponibles sont insuffisantes, aussi bien que des surcharges, qui pourraient être nuisibles, survenant du fait des régimes pléthoriques rencontrés dans d'autres régions.

Il doit être également possible de diminuer les perturbations de l'état nutritionnel souvent provoquées par des infections courantes chez les enfants et peut-être même, grâce à des régimes très étudiés d'améliorer la vitalité générale d'une population.

Mais ces considerations restent encore du domaine de l'avenir.

2 - La comparaison de la teneur des laits humain et de vache en protides et acides aminés essentiels a montre depuis longtemps que le lait de vache etait beaucoup plus ri-

che en protides. Par contre, les rapports acides aminés essentiels/acides aminés non essentiels, acides aminés soufrés/acides aminés non-soufrés sont semblables.

3 - L'étude des besoins protidiques totaux du nourrisson né à terme a confirmé qu'ils étaient couverts de façon satisfaisante par les différents régimes artificiels. Cependant la signification des gains azotés très élevés présentés par les enfants qui reçoivent les régimes les plus riches en protéines, reste à déterminer. Jusqu'à plus ample information, il semble prudent de s'en tenir à des apports protidiques ne provoquant pas de rétention azotée beaucoup plus importante que celle observée chez les enfants nourris au sein.

La détermination des besoins minimum du nourrisson en acides aminés essentiels a pu être établie avec précision. Les résultats ont été acquis dans des conditions expérimentales bien précises et en particulier le rapport acides aminés non indispensables/acides aminés indispensables était à peu près semblable à celui rencontré dans les laits de vache et de femme. Ces chiffres n'ont donc pas une valeur absolue. Ceci limite leur possibilité d'application lorsque pour des raisons économiques ou du fait d'une intolérance lactée, on est obligé de recourir à un apport protéique non lacté.

4 - Les besoins en protides du prématuré sont plus élevés que ceux de l'enfant né à terme. Cependant il faut se garder d'apporter une ration trop riche à ces enfants, qui entraînerait un effort métabolique trop important.

Une ration calorique totale de 120 calories/

kg/jour dans laquelle les protéines constituent 15 à 20 p.cent de l'apport énergétique, c'est-à-dire 4 à 6 g de protéine, semble être celle qui est le mieux adaptée aux besoins et aux possibilités d'utilisation du prématuré.

-:-

Vu :
Le Président :
Signé : JULIEN MARIE

Vu :
Le Doyen :
Signé : LEON BINET

Vu et Permis d'Imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris :
Signé : JEAN ROCHE

BIBLIOGRAPHIE

-:-

ALBANESE et coll.
Studies on Protein Metabolism in Infants ; Tryptophan Requirement of Infant.
Bull. Johns Hopkins Hosp. 1947, 80, 158-165

ALBANESE et coll.
Isoleucin Requirement of Infant.
J. Nutrition 1948, 35, 177-183

ALBANESE et coll.
Sulfur amino-acid Requirement of Infant.
J. Nutrition, 1949, 37, 511-520

BRICKER M., MITCHELL H.H. et KINSMAN G.M.
Protein Requirements of adult human subjects in Terms of Protein contained in individual foods and food combinations.
J. Nutrition, oct. 1945, 30, 269-283

DANCIS J., OSBORN J.J. et JULIA J.F.
Studies of immunology of Newborn Infant : V. Effect of dietary Protein on Antibody Production.
Pediatrics, oct. 1953, 12, 395-398

EDELMAN C.M. et BARNETT H.L.
Role of Kidney in Water Metabolism in young Infants, physiologic and clinical Considerations.
J. Pediat. fév. 1960, 56, 154-179

ELVEJNEM C.A. et HARPER A.E.
Importance of amino-acid Balance in Nutrition.
J.A.M.A. 1955, 158, 655

FOMON S.J., THOMAS L.N., JENSEN R.L. et MAY C.D.
Determination of Nitrogen Balance of Infants less than 6 Months of Age.
Pediatrics, juil. 1958, 22, n°1, 94-100

FOMON S.J. et MAY C.D.
Metabolic studies of normal full-term Infants fed pasteurized human Milk.
Pediatrics, juil. 1958, 22, n°1, 101-115

FOMON S.J., THOMAS L.N. et MAY C.D.
Equivalence of pasteurized and fresh human Milk in promoting Nitrogen Retention by normal full-term Infants.
Pediatrics, 1958, 22, 935

FOMON S.J. et MAY C.D.
Metabolic Studies of normal full-term Infants fed a prepared Formula providing intermediate Amounts of Protein.
Pediatrics, 1958, 22, 1134

FOMON S.J. et MAY C.D.
The Adequacy of Soja Bean Protein in promoting Nitrogen Retention in Infancy. Preliminary Study.
Am. J. Dis. Child., 1959, 98, 6

FOMON S.J.
Comparative Study of human Milk and Soja Bean Formula in promoting Growth and Nitrogen Retention by Infants.
Pediatrics, oct. 1959, 24, n°4, 577-584

GORDON H.H., LEVINE S. et MacNAMARA H.
Feeding of Premature Infants. Comparison of human and Cow's Milk.
Am. J. Dis. Child., av. 1947, 73, 442-452

GORDON H.H.
Protein Allowances for Premature Infants.
J.A.M.A. 14 janv.1961, 175, n°2, 107-113

HOLT E.H. et SNYDERMAN S.E.
The amino-acid Requirements of Infants.
J.A.M.A. janv.1961, 175, n°2, 100-103

KAGAN B.M. et coll.
Feeding Premature Infants. Comparison of various Milk.
Pediatrics, av. 1955, 15, 373-382

MACY I.G., KELLY H.J. et SLOAN R.E.
The composition of Milks. A compilation of the comparative Composition and Properties of human, Cow and Goat Milk, Colostrum and Transitional Milk.
Washington D C, National Academy of Sciences, National Research Council Publication 254, 1953

MELLANDER O. et VAHLQUIST B.
On Evaluation of Artificial Feeding.
Am. J. Clin. Nutrition, sept-oct.1957, 5, 493-499

MELLANDER O., VAHLQUIST B. et MELLBIN T.
Breast Feeding and artificial feeding; clinical, serological and biochemical Study in 402 Infants.
Acta Paed. juin 1959, 48, suppl.116

PAIVA S.L.
Pattern of Growth of selected Groups of breast-fed Infants in Iowa City.
Pediatrics, janv. 1953, 11, 38-47

PRATT E.L. et SNYDERMAN S.E.
Renal Water Requirements of Infants. Fed evaporated Milk with and without added Carbohydrate.
Pediatrics, 1953, 11, 65-69

PRATT E.L. et coll.
Threonine Requirement of normal Infant.
J. Nutrition, 1955, 56, 231-251

PRATT E.L.
Amino-acid and Protein Requirements of Infants.
J.A.M.A. 1957, 164, 408-411
Protein Requirements, F.A.O. Nutritional Studies n°16, Rome, Food and Agricultural Organization of the United Nations, 1957

ROSE W.C. et coll.
Amino-acid Requirements of man ; Valine Requirements ; summary and final Observations.
J. Biol. Chem. déc. 1955, 217, 987-995

ROSE W.C.
Amino-acid Requirements of Adult man.
Nutrition Abstr. Rev. juil.1957, 27, 631-647

SNYDERMAN S.E., NORTON P.M., FOWLER D.I. et HOLT L.E.
Essential amino-acid Requirements of Infants : Lysine.
Am. J. Dis. Child. fév. 1959, 97, n°2, 175-185

SNYDERMAN S.E., HOLT L.E., SMELLIE F., BOYER A. et WESTALL R.G.
The essential amino-acid Requirements of Infants : Valine.
Am. J. Dis. Child. fév. 1959, 97, n°2 185-191

SNYDERMAN S.E., BOYER A. et HOLT L.E.
Arginine Requirement of Infant.
Am. J. Dis. Child. fév. 1959, 97, 192-195

SNYDERMAN S.E., PROSE P.H. et HOLT L.E.
Histidine, essential amino-acid for Infant.
Am. J. Dis. Chil. oct. 1959, 98, 459-460

STANDARD K.L., WILLS V.G. et WATERLOW J.C.
Indirect indicators of Muscle Mass in malnourished Infants.
Am. J. Dis. Child. mai-juin 1959, 7, 271-279

TOMARELLI R.M., MINNICK N., d'AMATO E. et BERNHART F.W.
Bioassay of nutritional Quality of Protein of human and Vow's Milk by Rat Growth Procedures.
J. Nutrition 10 juin 1959, 68, 265-279

WILLIAMS H.H.
Differences between Cow's and human Milk.
J.A.M.A. 14 janv.1961, 175, n°2, 104-107

WOODRUFF C.W.
Protein Requirements of full-term Infants.
J.A.M.A., 14 janv. 1961, 175, n°2, 114-118

-:-

TABLE DES MATIERES

-:-

Pages

Introduction 13

Etude de la teneur en protéines et acides aminés du lait de femme et du lait de vache 15

Besoins en protides et acides aminés du nourrisson né à terme 23

Besoins en protides du prématuré 31

Conclusions 41

Bibliographie 44

SERMENT

-:-

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes chers Condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'Exercice de la Médecine. Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire audessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les moeurs ni à favoriser le crime. Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leurs pères.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses !

Que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes Confrères si j'y manque !

-:-